

Ablación de la fibrilación auricular: ¿dónde estamos?

Carlo Pappone y Vincenzo Santinelli

División de Estimulación Cardíaca y Electrofisiología. Hospital Universitario San Raffaele. Milán. Italia.

Año 2009. ¿Cuál es la situación actual respecto a la ablación de la fibrilación auricular?

Durante los últimos años, los nuevos horizontes en la ablación de la fibrilación auricular (FA) se han hecho más próximos y visibles, puesto que este método se ha convertido en la modalidad terapéutica curativa para diversas taquiarritmias en muchos laboratorios de electrofisiología de todo el mundo. Hace sólo poco más de una década, Haissaguerre et al y Pappone et al¹⁻⁶ fueron los primeros en demostrar el posible papel terapéutico de la ablación con catéter para tratar a los pacientes con FA. Estas observaciones preliminares iniciaron la era moderna de la ablación por catéter para tratar a los pacientes con FA, y desde entonces se ha progresado considerablemente en el conocimiento de la fisiopatología de las arritmias, así como en las diferentes estrategias de ablación por catéter para tratar la FA. La evidencia existente indica que una ablación circular de una zona amplia, tal como propusieron inicialmente Pappone et al²⁻⁶ puede producir unas tasas de recurrencia de la FA inferiores a las que se observan con el aislamiento del *ostium* de las venas pulmonares en pacientes con FA paroxística o persistente⁷. En los últimos 5 años, diferentes estudios aleatorizados de distintos centros de todo el mundo han aportado evidencias importantes que indican que los pacientes con FA a los que se practica una ablación por catéter como tratamiento de segunda línea (es decir, pacientes que no han respondido a un tratamiento con fármacos antiarrítmicos [TFA]) tienen, a los 12 meses de la intervención, una probabilidad de mantener el ritmo sinusal superior a la de los pacientes que reciben solamente un TFA⁷⁻¹¹. A diferencia de lo que ocurre en la FA paroxística, en la actualidad hay menos consenso respecto a la estrategia de ablación más apropiada para los pacientes con FA persistente, de larga duración o con FA permanente^{12,13}.

De hecho, cuando la FA progresa de una forma paroxística a una forma persistente o permanente, con el tiempo se producen cambios electrofisiológicos y estructurales que dan lugar a una notable fibrosis extracelular, que a su vez potencia de manera importante el sustrato miocárdico auricular para la reentrada¹². Durante esta progresión, el papel de los desencadenantes locales se reduce significativamente, mientras que la importancia del sustrato y de la reentrada aumenta significativamente. En consecuencia, en los pacientes con FA no paroxística (FA persistente/permanente), la eficacia del aislamiento de la vena pulmonar (VP) por sí solo se reduce notablemente y, tal como señalaron por primera vez Pappone et al^{1,3,4}, a menudo son necesarias lesiones lineales en la aurícula izquierda de forma escalonada, en especial en el tabique interauricular, la base de la orejuela auricular izquierda o la aurícula izquierda inferior a lo largo del seno coronario. Durante la estrategia escalonada de ablación por catéter, es frecuente una conversión del ritmo cardíaco de FA a taquicardias auriculares organizadas de macrorreentrada o microrreentrada que también pueden abordarse con la ablación. Aunque es factible, este enfoque tiene como limitación la larga duración de la intervención (a menudo de varias horas), con recurrencias de la taquicardia auricular tras la ablación que suelen requerir nuevas intervenciones de ablación. Así pues, se necesitan nuevos avances técnicos y científicos en los pacientes con FA persistente, de larga duración o permanente para superar estas importantes limitaciones, al tiempo que se perfecciona la seguridad y la eficacia del mejor abordaje de ablación. Si se realiza en centros adecuados y por operadores con experiencia, la ablación por catéter de la FA paroxística o persistente es una intervención segura, aunque pueda haber complicaciones asociadas, en especial en los pacientes ancianos con una FA de larga evolución y aurículas dilatadas. Las más importantes son la estenosis de VP, la tromboembolia y el ictus, la perforación con taponamiento cardíaco, la lesión del nervio frénico y las fistulas auriculoesofágicas. De hecho, actualmente está claro que si la energía de radiofrecuencia aplicada en una VP es excesiva, puede producirse una estenosis de ésta. Aunque esta complicación era frecuente en la fase inicial de

Correspondencia: Dr. C. Pappone.
Dipartimento di Aritmologia ed Elettrofisiologia Cardiaca. Ospedale Universitario San Raffaele.
Via Olgettina, 60. 20132 Milán. Italia.
Correo electrónico: carlo.pappone@hsr.it

Full English text available from: www.revvespcardiologia.org

uso de las ablaciones, ahora la estenosis sintomática de VP es poco común, con una frecuencia de aproximadamente un 1%. Esta disminución de la incidencia se debe en parte a un uso más cuidadoso de diversas modalidades de diagnóstico por imagen (p. ej., tomografía computarizada o resonancia magnética [RM], sistemas electroanatómicos CARTO o EnSite y ecografía intracardiaca) para prevenir que inadvertidamente se practique una ablación en la zona profunda de una VP. Según lo indicado por los datos recientes de ThermoCool (observaciones no publicadas), las complicaciones graves asociadas a la ablación por catéter de radiofrecuencia son infrecuentes, lo cual indica que la seguridad de las intervenciones de ablación con catéter, tal y como se aplican actualmente, es tranquilizadora. Hoy, con una tasa de complicaciones de alrededor del 5% (la mayor parte de ellas de tipo vascular y con ausencia de estenosis de venas pulmonares, fistulas auriculoesofágicas y episodios embólicos, incluido el ictus), la ablación de la FA puede realizarse con una tasa de complicaciones aceptable para una enfermedad crónica progresiva. A pesar de estos datos favorables, cualquier nuevo avance en la mejora de la seguridad de la intervención continuará siendo importante.

Perspectivas más allá de 2009: ablación de fibrilación auricular con manipulación a distancia

Con la ampliación de las indicaciones para la ablación por catéter de las taquicardias ventriculares a las taquiarritmias complejas como la FA, los electrofisiólogos se enfrentan a unos tiempos de intervención prolongados, una exposición excesiva a la fluoroscopia y la necesidad de un movimiento estable y reproducible del catéter, todo lo cual puede superarse con los sistemas de ablación gobernados a distancia^{14,15}. Basándose en la mejora de la eficacia y la seguridad del aislamiento anatómico de las VP, según lo propuesto inicialmente por Pappone et al²⁻⁶, se han planteado varios enfoques para alcanzar este objetivo electrofisiológico. De hecho, durante las fases iniciales del aislamiento únicamente de las VP, según lo indicado por Haissaguerre et al¹, los operadores pasaban a menudo muchas horas con múltiples catéteres colocados en las VP, esperando a que se produjeran despolarizaciones ectópicas prematuras que iniciaran la FA. Además de la larga duración de la intervención, el primer enfoque propuesto por el grupo de Burdeos a menudo se seguía de recurrencias clínicas relacionadas con nuevos focos en los que no se había identificado durante la provocación en la intervención inicial. Comparado con la ablación focal de los desencadenantes de FA, el aisla-

miento anatómico circular de las VP ha sido también una importante ventaja de seguridad para evitar la estenosis de VP, una complicación temida, con alta tendencia a la recurrencia en forma de estenosis tras la venoplastia con balón. Si el conjunto de lesiones de ablación con aislamiento circular se coloca fuera de las VP, el riesgo de estenosis se minimiza. En esta revisión se plantean algunas de las principales preguntas todavía sin respuesta respecto al tratamiento de la FA, y se exploran las futuras direcciones tecnológicas y de investigación en cuanto al tratamiento no farmacológico de este trastorno. La diferencia de resultados clínicos tras la ablación de la FA paroxística muy probablemente esté relacionada con la capacidad del operador de manipular y estabilizar la posición del catéter de ablación con la fuerza necesaria para generar lesiones de ablación efectivas punto a punto. Para mejorar la factibilidad técnica de la intervención y, por lo tanto, la continuidad de los sistemas de lesión de ablación con aislamiento, se han hecho grandes esfuerzos por mejorar la tecnología de ablación. La tecnología de navegación por control a distancia aporta una navegación precisa con la esperanza de que se traduzca en una mejora de la contigüidad de la lesión. Recientemente, la ablación con catéter robótico gobernado a distancia ha surgido como nuevo método de ablación para alcanzar estos objetivos^{14,15}. Se han desarrollado dos sistemas de mando a distancia para facilitar la navegación del catéter y la ablación con una mayor estabilidad del catéter y una menor exposición del médico a la radiación. El primero en ser introducido para el uso clínico es un sistema de navegación magnético (Niobe II, Stereotaxis, St. Louis, Missouri) y el segundo es un sistema de navegación robótico (sistema Sensei, Hansen Medical, Mountain View, California). Aunque se ha demostrado la factibilidad y la seguridad de ambos sistemas de ablación gobernados a distancia, son necesarias más innovaciones tecnológicas que mejoren la aplicabilidad y demuestren la no inferioridad en comparación con los enfoques manuales. En consecuencia, están claramente justificadas las innovaciones tecnológicas que permitan: *a)* reducir al mínimo la exposición del médico a la fluoroscopia; *b)* reducir la exigencia física a la que se somete el investigador proporcionando una intervención de ablación más relajada desde la sala de control; *c)* mejorar la estabilidad del catéter y la reproducibilidad de la intervención, y *d)* aumentar la seguridad del paciente evitando las complicaciones graves.

Navegación magnética a distancia

El sistema de navegación Stereotaxis incluye dos grandes imanes externos, situados a ambos lados de

la mesa de fluoroscopia, que generan un campo magnético uniforme (0,08 T) de aproximadamente 15 cm de diámetro dentro del tórax del paciente^{14,15}. Los catéteres de ablación son extremadamente blandos en su extremo distal, con pequeños imanes incluidos en su punta. Ésta se alinea con la orientación del campo magnético generado. El operador, mediante la interfaz de un programa informático, puede manipular el campo magnético y, por lo tanto, la punta del catéter de ablación, lo que aporta el primer nivel de libertad de movimiento del nuevo sistema. El segundo nivel es la capacidad de hacer avanzar o retroceder la punta del catéter con mando a distancia. Para ello se utiliza un sistema de avance del catéter controlado por ordenador (CardioDrive), formado por una unidad de plástico desechable colocada en el lugar de introducción femoral del catéter. El eje del catéter se fija a la unidad CardioDrive cuando entra en la vaina y puede transformar las instrucciones del operador para hacer avanzar o retroceder el catéter adecuadamente. Esta combinación de avance y retirada del catéter y de manipulación del campo magnético gobernados a distancia permite al operador un alto grado de flexibilidad en la navegación, la cartografía y la ablación. El sistema de navegación magnética está integrado con uno de los sistemas de cartografía electroanatómica (CARTO RMT, Biosense Webster, Diamond Bar, California, Estados Unidos), que permiten también la integración de modelos de RM o tomografía computarizada tridimensional. Una vez integrado, el campo magnético puede controlarse directamente con el ratón del ordenador en la dirección deseada. El sistema de cartografía permite localizar con precisión la punta del catéter en el espacio, con una resolución submilimétrica. Al poder seguir con precisión la localización del catéter, la combinación de los sistemas de cartografía y navegación permite realizar una cartografía automática de la cámara. El operador puede manipular a distancia el catéter magnético dentro de la aurícula izquierda hasta llevarlo a localizaciones anatómicas predefinidas, como los *ostia* de VP o el anillo de la válvula mitral y, basándose en estos parámetros, el sistema manipula automáticamente el catéter a través de la cámara para facilitar la generación de un mapa electroanatómico. Un nuevo programa informático permite que el sistema manipule automáticamente la punta del catéter para crear lesiones de ablación lineales según desee el operador. Sin embargo, no se ha demostrado aún la eficiencia y la exactitud de esas soluciones de programas informáticos automáticos. El otro avance importante es la capacidad de incorporar las imágenes previamente adquiridas de tomografía computarizada o RM tridimensional al sistema, para permitir una cartografía en un mo-

delo realista del corazón. Ya disponemos de datos clínicos sobre la eficacia para la ablación de la FA de los programas informáticos de la generación actual. En una serie consecutiva de 40 pacientes, se utilizaron los sistemas de navegación y cartografía magnética de manera combinada para valorar la factibilidad y la seguridad de una ablación con aislamiento de VP circular en pacientes a los que se practicaba una ablación por catéter de la FA. En nuestra experiencia preliminar, con el empleo de un catéter de ablación de una punta de 4 mm (con los imanes necesarios incluidos), fue posible cartografiar adecuadamente la aurícula izquierda y las VP en 38 de 40 pacientes¹⁵. Las lesiones de ablación se realizaron de manera circular durante un máximo de 15 s en cualquier lugar de ablación endocárdico, y los tiempos de intervención se redujeron significativamente con el aumento de la experiencia del operador. La variable de valoración fue «una reducción > 90% de la amplitud del electrograma bipolar o una amplitud del electrograma bipolar de pico a pico < 0,1 mV dentro de la línea». Recientemente en nuestro laboratorio se han utilizado por primera vez, en más de 100 pacientes con FA, catéteres de ablación irrigados y equipados magnéticamente para permitir la navegación a distancia. Los resultados han puesto de manifiesto que los mapas electroanatómicos son exactos y que el conjunto estándar de lesiones con aislamiento remoto de las VP puede alcanzarse de manera reproducible con el empleo de un catéter de ablación irrigado (fig. 1).

Navegación robótica a distancia

La capacidad de navegación a distancia con sistemas robóticos se basa en el empleo de múltiples guías de tracción que controlan la capacidad de deflexión de dos vainas dirigibles (sistema Sensei). Se trata de un sistema electromecánico «amo-esclavo» que controla una vaina guía dirigible interna y una vaina dirigible externa. La vaina interna contiene cuatro guías de tracción situadas en cada cuadrante; la amplitud del movimiento incluye una deflexión de 360° y además proporciona capacidad de introducción y retirada. La vaina externa incluye una sola guía de tracción para permitir la deflexión, y puede girar, introducirse y retirarse, con lo que proporciona una amplia variedad de movimientos en cualquier dirección. A diferencia del sistema Stereotaxis, con el sistema robótico a distancia (Sensei) se puede usar catéteres de ablación estándar, puesto que la vaina dirigible interna permite acomodar cualquier tipo de catéter de un diámetro máximo de 8,3 Fr. Al fijar el catéter de cartografía-ablación de manera que sobresalga ligeramente más allá de la punta del sistema interno, el manejo de estas vainas dirigibles permite una navegación a

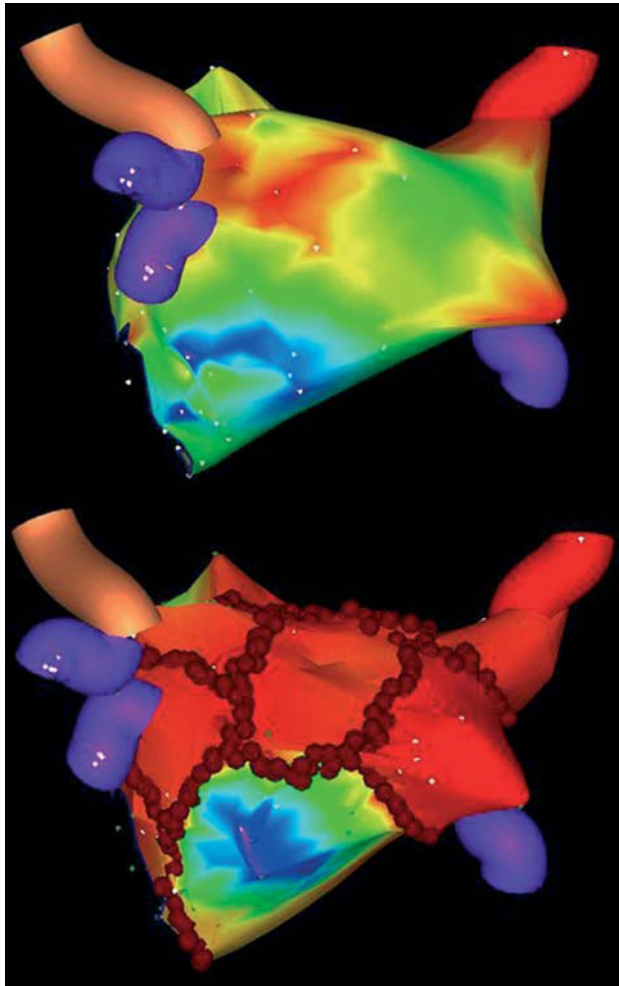


Fig. 1. Imágenes del sistema de cartografía no fluoroscópica que utiliza un nuevo catéter magnético de punta irrigada. Imagen posteroanterior de la geometría de la aurícula izquierda antes (**arriba**) y después de la ablación circular con aislamiento de vena pulmonar (ACVP) con las lesiones de ablación indicadas en rojo (**abajo**). Los círculos rojos indican el conjunto estándar de lesiones de ACVP alrededor de las venas pulmonares y las lesiones lineales adicionales (istmo mitral, raíz y líneas posteriores).

distancia de la punta del catéter. Las vainas dirigibles están unidas a la unidad del brazo robótico, que puede acoplarse a cualquier mesa de radiografía estándar. Con el empleo de la interfaz de un programa informático, una palanca de movimiento tridimensional permite al operador dirigir a distancia la punta del catéter. Los movimientos de la palanca se traducen a una compleja serie de manipulaciones de las guías de tracción que gobiernan el movimiento de la vaina. No se ha establecido aún la seguridad y la eficacia a largo plazo del aislamiento de las VP utilizando este sistema de navegación robótica.

Aislamiento de venas pulmonares mediante balón

La técnica del catéter de ablación con balón utiliza varias fuentes de energía de ablación diseñadas para aislar rápidamente las VP de un modo más sencillo que el de las aplicaciones manuales estándar de radiofrecuencia punto a punto¹⁶. El análisis de las reconstrucciones tridimensionales de superficie de aurícula izquierda-VP basadas en la RM en pacientes con FA paroxística ha mostrado una notable variabilidad en un mismo paciente y entre pacientes en cuanto al tamaño de los *ostia* de las VP y a su geometría¹⁶. La dificultad con que se enfrentan todos los catéteres de ablación con balón es negociar esta anatomía venosa de manera que las lesiones sean lo suficientemente proximales para incluir todo el tejido periostial potencialmente arritmógeno, al tiempo que se reduce al mínimo el riesgo de estenosis de VP. La fuente de energía utilizada también tiene consecuencias importantes en la seguridad, y la ablación criotérmica comporta un riesgo mínimo de estenosis de VP. Un catéter de crioablación con balón se puede usar de manera segura incluso profundamente en VP comunes grandes. Sin embargo, el diseño ajustable del catéter con balón endoscópico permite al operador modificar la circunferencia y la localización del haz de ablación, lo que resulta extraordinariamente útil en los pacientes cuyas venas tengan una notable variabilidad de tamaño y forma. Otra posibilidad es el empleo de ultrasonidos enfocados de alta intensidad, que permiten aplicar la energía a través de la sangre con un riesgo mínimo. Esta modalidad, al aplicar una serie de lesiones secuenciales según se avanza por el eje largo de la vena abordada, podría ser eficaz para aislar regiones ostiales o antrales de VP grandes. Estudios observacionales preliminares han descrito que muchos pacientes con FA paroxística pueden ser tratados con éxito mediante la técnica de balón. En futuros estudios aleatorizados se podrá determinar de manera concluyente si todas o alguna de las técnicas de balón permiten obtener un aislamiento de las VP seguro, efectivo, reproducible y con un buen resultado a largo plazo.

Perspectivas futuras

Hay nuevos datos que permiten mejorar las perspectivas a largo plazo en los pacientes con FA, pues ponen en duda la creencia de que la progresión de la FA a formas más persistentes es un proceso inexorable e irreversible. Nuestra experiencia reciente en pacientes con FA de nueva aparición indica, por primera vez, que en la evolución natural de la FA un control temprano del ritmo mediante ablación por catéter en el momento de la FA pa-

roxística puede limitar la progresión rápida a una FA persistente/permanente, en especial en pacientes con enfermedades concomitantes¹⁷.

BIBLIOGRAFÍA

1. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998;339:659-66.
2. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, Tocchi M, Salvati A, Dicandia C, et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: A new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation*. 2000;102:2619-28.
3. Pappone C, Oreto G, Rosanio S, Vicedomini G, Tocchi M, Gugliotta F, et al. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation. *Circulation*. 2001;104:2539-44.
4. Pappone C, Manguso F, Vicedomini G, Gugliotta F, Santinelli O, Ferro A, et al. Prevention of iatrogenic atrial tachycardia following ablation of atrial fibrillation. A prospective randomized study comparing circumferential pulmonary vein ablation with a modified approach. *Circulation*. 2004;110:3036-42.
5. Pappone C, Santinelli V, Manguso F, Vicedomini G, Gugliotta F, Augello G, et al. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation*. 2004;109:327-34.
6. Pappone C, Rosanio S, Augello G, Gallus G, Vicedomini G, Mazzone P, et al. Mortality, morbidity and quality of life after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation. Outcomes from a controlled not randomized long-term study. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:185-97.
7. Oral H, Scharf C, Chugh A, Hall B, Cheung P, Good E, et al. Catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation: segmental pulmonary vein ostial ablation versus left atrial ablation. *Circulation*. 2003;108:2355-60.
8. Wazni OM, Marrouche NF, Martin DO, Verma A, Bhargava M, Saliba W, et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of symptomatic atrial fibrillation: a randomized trial. *JAMA*. 2005;293:2634-40.
9. Stabile G, Bertaglia E, Senatore G, De Simone A, Zoppo F, Donnici G, et al. Catheter ablation treatment in patients with drug refractory atrial fibrillation: a prospective, multi-centre, randomized, controlled study (Catheter Ablation For The Cure Of Atrial Fibrillation Study). *Eur Heart J*. 2006;27:216-21.
10. Oral H, Pappone C, Chugh A, Good E, Bogun F, Pelosi F, et al. Circumferential pulmonary vein ablation for chronic atrial fibrillation: a randomized, controlled study. *N Engl J Med*. 2006;354:934-41.
11. Pappone C, Augello G, Sala S, Gugliotta F, Vicedomini G, Gulletta S, et al. A randomized trial of circumferential pulmonary vein ablation versus antiarrhythmic drug therapy in paroxysmal atrial fibrillation. The Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation (APAF) study. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48:2340-7.
12. Haissaguerre M, Sanders P, Hocini M, Takahashi Y, Rotter M, Sacher F, et al. Catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation: critical structures for termination. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2005;11:1125-37.
13. Nademanee K, McKenzie J, Kosar E, Schwab M, Sunsaneewitayakul B, Vasavakul T, et al. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:2044-53.
14. Pappone C, Vicedomini G, Manguso F, Mazzone P, Gugliotta F, Sala S, et al. Robotic magnetic navigation for atrial fibrillation ablation. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:1390-400.
15. Pappone C, Santinelli V. Remote navigation and ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007; Suppl 1:S18-20.
16. Pappone C, Santinelli V. Multielectrode basket catheter: a new tool for curing atrial fibrillation? *Heart Rhythm*. 2006;3:385-6.
17. Pappone C, Radinovic A, Manguso F, Vicedomini G, Cicconte G, Sacchi S, et al. Atrial fibrillation progression and management: A 5-year prospective follow-up study. *Heart Rhythm*. 2008;5:1501-7.